Basel 1955

STANFORD LANE MEDICAL LIBRARY SAN FRANCISCO

Aus der II. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals Basel
Vorsteher: Prof. Dr. H. Ludwig

Die Schlafgrundumsatzmessung als Hilfsmittel zur Differentialdiagnose der Schilddrüsenerkrankungen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Fedor A. Kuritzkes

aus Brooklyn, N.Y., USA

Basel 1955

DRUCK: HALLWAG BERN

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag

von Prof. Dr. H. Ludwig

Tag der Promotion

29. Mai 1956

Erschienen in der Zeitschrift
PRAXIS, Schweiz. Rundschau für Medizin
Jahrgang 44, Heft 46

Aus der II. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals Basel
(Chefarzt: Prof. Dr. *H. Ludwig*)

Die Schlafgrundumsatzmessung als Hilfsmittel zur Differentialdiagnose der Schilddrüsenerkrankungen

Von *Fedor A. Kuritzkes*

Die Messung des *Grundumsatzes* ist eine klinisch wichtige Untersuchung, die in den gesamten Energieaustausch des Individuums Einsicht gibt. Sie wird in der Klinik nach dem Verfahren der indirekten Kalorimetrie vorgenommen, indem die Aufnahme von Sauerstoff (und eventuell die Abgabe von Kohlensäure) bestimmt und die daraus verbrauchte Energie berechnet wird.

Das Messen der Kohlensäureabgabe ist nicht obligat und in der klinischen Kalorimetrie der angelsächsischen Länder auch nicht üblich. Im deutschen Sprachbereich ist vielfach die Bestimmung mit der Apparatur nach *Knipping* in Gebrauch, bei der die Kohlensäure der Ausatmungsluft durch Kalilauge adsorbiert wird. Der aus Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureabgabe berechnete respiratorische Quotient geht dann als Korrekturfaktor in die Berechnung des Kalorienverbrauchs ein.

Wenn wir an einem Menschen im thermischen Gleichgewicht, unter absoluten Ruhebedingungen und mindestens 12 Stunden nach Nahrungsaufnahme eine Messung des verbrauchten Sauerstoffs durchführen, können wir durch Umrechnung in Kalorien auf den Gesamtenergieumsatz dieses Individuums schliessen.

Die idealen Bedingungen für die Messung des basalen Energieumsatzes sind neben nüchternem Zustand vollkommene

körperliche und seelische Ruhe. Dieses Ideal ist aber bei Patienten mit einem sogenannten labilen Nervenzustand kaum erreichbar, besonders unter dem « Stress » der Untersuchung. Deshalb hat man sich bemüht, eine Methode zu finden, die den erwünschten Bedingungen entsprechen würde, und dazu schien sich die Messung des Grundumsatzes unter induziertem « Schlaf » zu eignen. Obwohl dieser Zustand « Schlaf » eher einer oberflächlichen Narkose entspricht, nennt man diese Methode die Messung des *Schlafgrundumsatzes*. Unter den Bedingungen des induzierten Schlafes wird der grösste Teil der nervösen Faktoren eliminiert, und man kommt dem wirklichen basalen Energieumsatz viel näher.

In den letzten Jahren haben sich auch noch viele andere Laboratoriumsuntersuchungen eingebürgert, die die Differentialdiagnose der Hyperthyreose erleichtern. Unter ihnen sind die Bestimmung des an Eiweiss gebundenen Jods im Blutplasma und die Messung der Aufnahme von radioaktivem Jod (I_{131}) zu erwähnen, während die quantitative Totalcholesterinbestimmung im Blutserum nur bei der Hypothyreose verwertbare Ausschläge gibt. Die Messung des Schlafgrundumsatzes, obwohl sie Zeit und Geduld in Anspruch nimmt, sollte ein Verfahren sein, welches unter günstigen Bedingungen und bei vorsichtiger Deutung gute Resultate liefern und klinisch gut verwendbar sein sollte, ohne spezielle Apparaturen vorauszusetzen.

Die *Aufgabe dieser Arbeit* war das Ueberprüfen der Schlafgrundumsatzmessung. Wir stellten uns die Frage, ob diese Methode sich als Laboratoriumsuntersuchung zur Sicherung der Diagnose einer Schilddrüsenfunktionsstörung bei Patienten mit den allgemeinen Symptomen der Hyperthyreose eignet. Wir gingen dabei auf Grund der Literatur von der Voraussetzung aus, dass die Messung des Schlafgrundumsatzes eine ungefährliche und ambulant leicht durchführbare Untersuchungsmethode sei.

Für unsere Untersuchungen benutzten wir Patienten, die alle klinischen Zeichen einer Stoffwechselsteigerung teils mit normalem, teils mit erhöhtem Ruhegrundumsatz hatten, unter denen jedoch nur einzelne eine sichere Schilddrüsenstörung aufwiesen. Durch intravenöse Injektion von Nembutal haben wir unsere Patienten in einen Schlafzustand gebracht, den Grundumsatz gemessen und haben dann den vorher bestimmten « gewöhnlichen » Grundumsatz mit dem während des Schlafes verglichen.

Methode

Als Basis für unsere Untersuchungen benutzten wir diejenige Methode, die *Rapport, Curtis* und *Simcox* 1951 beschrieben hatten. Während unserer Experimente haben wir jedoch verschiedene Aenderungen angebracht, die, wie wir glauben, die Untersuchung des Schlafgrundumsatzes erleichtern.

Die Vorbereitung der Patienten für die Schlafgrundumsatzmessung ist grundsätzlich dieselbe wie für die Bestimmung des gewöhnlichen Grundumsatzes. Da alle Versuchspersonen Patienten im Bürgerspital in Basel waren, konnten die Vorbereitungen sehr konstant gehalten werden. Die Patienten bekamen nach der Abendmahlzeit des Tages vor dem Versuch (ca. 18.00 Uhr) nichts mehr zu essen. Zum Versuch wurden alle Patienten nüchtern, im Bett, in das Untersuchungszimmer gebracht. Alle unsere Untersuchungen fanden zwischen 10 und 12 Uhr morgens statt. Obwohl diese Tageszeit für eine Grundumsatzbestimmung etwas spät erscheint, musste dieser Zeitpunkt aus organisatorischen Gründen eingehalten werden. Da unsere Patienten die ganze Zeit vor dem Versuch im Bett verbrachten, war die übliche halbstündige Ruhepause vor Beginn der Untersuchung in diesen hospitalisierten Fällen nicht nötig. Jedoch ist diese Vorschrift für den ambulant zu untersuchenden Patienten notwendig.

Sobald der Patient im Untersuchungszimmer war, begannen wir mit der Grundumsatzbestimmung, wozu wir ausschliesslich den Grundumsatzapparat nach *Knipping* benutzten.

Im Knipping-Apparat wird die Sauerstoffaufnahme sowohl wie die Kohlensäureabgabe in einem geschlossenen Kreislaufsystem gemessen. Die ausgeatmete Luft wird durch einen Dreiweghahn durch 75 cm^3 47 %ige Kalilauge geleitet und verliert so ihren Kohlensäuregehalt. Die verbrauchte Sauerstoffmenge wird durch den Stand einer Spirometerglocke gemessen. Nach der Untersuchung wird die Kohlensäure mit verdünnter Schwefelsäure aus der Kalilauge wieder ausgetrieben und hebt die Spirometerglocke um den Betrag, der gleich der gesamten Kohlensäure ist, welche der Patient in der Versuchszeit ausgeatmet hat. Auf diese Weise können verbrauchte Sauerstoffmenge und ausgeatmete Kohlensäuremenge leicht bestimmt werden, und diese Werte werden auch bei der Berechnung der Messwerte berücksichtigt. Aus den beiden Werten wird der respiratorische Quotient ($RQ = CO_2/O_2$) errechnet und dann eine für den RQ bestimmte Konstante (aus einer Tabelle) mit dem verbrauchten Sauerstoff multipliziert. Dieses ergibt dann den *Messwert* der Grundumsatzbestimmung.

Nachdem der erste Teil der Untersuchung fertig war, wurde die Nasenklemme entfernt. Das Mundstück, welches den Patienten mit dem Apparat verbindet, wurde mit etwas Leukoplast befestigt. Das Untersuchungszimmer wurde verdunkelt und der Blutdruck gemessen. Darauf folgte die intravenöse Injektion von *Nembutal*. (Für detaillierte Beschreibung siehe weiter unten.) Wir forderten unsere Patienten auf, während der Injektion solange wie möglich laut zu zählen. Dadurch war es uns möglich, genau festzustellen,

wann die Patienten einzuschlafen begannen, und wir konnten eine Nembutal-Ueberdosierung vermeiden. Das Zählen mit dem Mundstück ist zwar für den Patienten etwas schwierig, aber doch sehr zweckmässig und hat sich gut bewährt. Nachdem der Patient aufhörte zu zählen, warteten wir noch einige Minuten, bis wir ganz sicher waren, dass der Schlaf tief war, und haben daraufhin den Grundumsatz auf gewöhnliche Art und Weise nochmals gemessen. Die Registrierung selbst dauerte, wie bei der vorausgegangenen Bestimmung im Wachzustand, 10 Minuten, während welcher Zeit jede Störung im Untersuchungszimmer vermieden wurde. Nach Ende des Versuches wurde der Blutdruck nochmals gemessen und dann das Zimmer erhellt, wobei die Mehrzahl der Patienten spontan aus ihrem Schlaf erwachten. Wenn das nicht der Fall war, genügte einfaches Ansprechen, um den Patienten zu wecken. Meistens wiesen die Patienten abschliessend noch einen schläfrigen Zustand auf, der aber nach mehrstündigem Schlaf restlos verschwand.

Die Schlafgrundumsatzbestimmung

1. Als Schlafmittel benutzten wir Nembutal-Abbott (Na-aethyl-methyl-butyl-Barbitursäure) (Pentobarbital-Sodium, Abbott). Für die ersten 12 Fälle brauchten wir eine kristalline Form, von der 0,5 g in 20 cm^3 3fach destilliertem, pyrogenfreiem Wasser in einer sterilen Injektionsflasche gelöst wurden, so dass 1 cm^3 der entstandenen Lösung 0,025 g (25 mg) entsprach. Für den Rest der Untersuchungen wurde ausschliesslich « Veterinary Nembutal-Sodium » (Abbott) gebraucht. Diese Sorte ist schon in sterilen Fläschchen gelöst, in denen 1 cm^3 der Lösung 60 mg Nembutal entspricht. Die Zusammensetzung der Lösung ist folgende:

Nembutal-Na (Pentobarbital-Sodium, Abbott)	60 mg
Alkohol	10 %
Propylene glycol in water for injection, USP	20 %

Wir verdünnten diese Lösung 1 : 2, so dass 1 cm^3 der zu injizierenden Lösung nur 30 mg Nembutal enthielt.

Da wir nicht zum voraus wussten, wieviel Nembutal der einzelne Patient benötigen würde, gingen wir folgendermassen vor: in den ersten 12 Fällen injizierten wir nach Angaben von *Rapport, Curtis* und *Simcox* sofort 150 mg Nembutal und darauffolgend 50 mg in zeitlichen Abständen von 1 Minute, bis der Patient eingeschlafen war. Da die erwünschte Schlaftiefe auf diese Weise sehr schlecht steuerbar war, entschlossen wir uns nach diesen Erfahrungen, nur mit 30 mg anzufangen und die gleiche Dosis dann in zeitlichen Abständen von 1 Minute zu

wiederholen. Die letztgenannte Methode fanden wir die bessere und benutzten diese für den Rest der Untersuchungen. Die zeitlichen Abstände wurden mit einer Stoppuhr verifiziert, und, wie oben erwähnt, wurde die Injektion bei Aufhören des Zählens abgebrochen.

2. Wir haben an 48 Patienten versucht, Schlafgrundumsatzmessungen durchzuführen, jedoch gelang es uns nur, 42 Untersuchungen vollständig abzuschliessen, weil 6 Patienten aus verschiedenen Gründen nicht einschlafen konnten. Ferner mussten wir bei der Auswertung der Resultate 4 der vollständig untersuchten Patienten ausscheiden, weil sie während der Untersuchung zu unruhig waren und nicht richtig geatmet hatten.

Die 6 Patienten konnten aus folgenden Gründen nicht einschlafen:

1. Nr. 16, E. K., chronischer Alkoholiker, der nach der Nembutal-Verabreichung sehr erregt wurde.
2. Nr. 25, A. K., erlitt als Folge einer Bronchoskopie, die 3 Tage vor der Untersuchung durchgeführt worden war, einen Laryngospasmusanfall, der den Abbruch des Versuches erforderte.
3. Nr. 28, K. W., und 4. Nr. 30, H. Z., wegen unstillbaren Hustens.
5. Nr. 32, E. B., und 6. Nr. 47, L. I., beide sehr unruhig und ängstlich, so dass nach 270 mg Nembutal gar keine Schläfrigkeit auftrat. (Wir warteten 45 Minuten, um zu sehen, ob eine verspätete Reaktion eintreten würde, aber da keine eintrat, hielten wir es für besser, die Untersuchungen an diesen Patienten nicht durchzuführen.)

Die 4 anderen oben erwähnten Patienten konnten, obwohl sie einschliefen, bei der Verwertung der Resultate nicht berücksichtigt werden, weil 3 (Nr. 5, E. S., Nr. 18, E. A., Nr. 19, J. W.) während des Versuches so schlecht geatmet hatten, mit Cheyne-Stokesschem Atemtypus, dass der O_2-Verbrauch wesentlich erhöht war im SGU. Der vierte Fall (Nr. 22, B. T.) konnte wegen körperlicher Unruhe und schlechter Atmung nicht verwertet werden.

Ausserdem haben wir an einer Patientin (Nr. 7, A. W.) vier und an 2 Patienten (Nr. 27, W. S., und Nr. 37, S. S.) je zwei

Untersuchungen durchgeführt. Von diesen wurde aber immer nur eine Messung in den Resultaten berücksichtigt.

Zusammengefasst bedeutet das, dass wir von den Messungen der 48 Patienten eigentlich nur 38 vollständig in unseren Resultaten berücksichtigen.

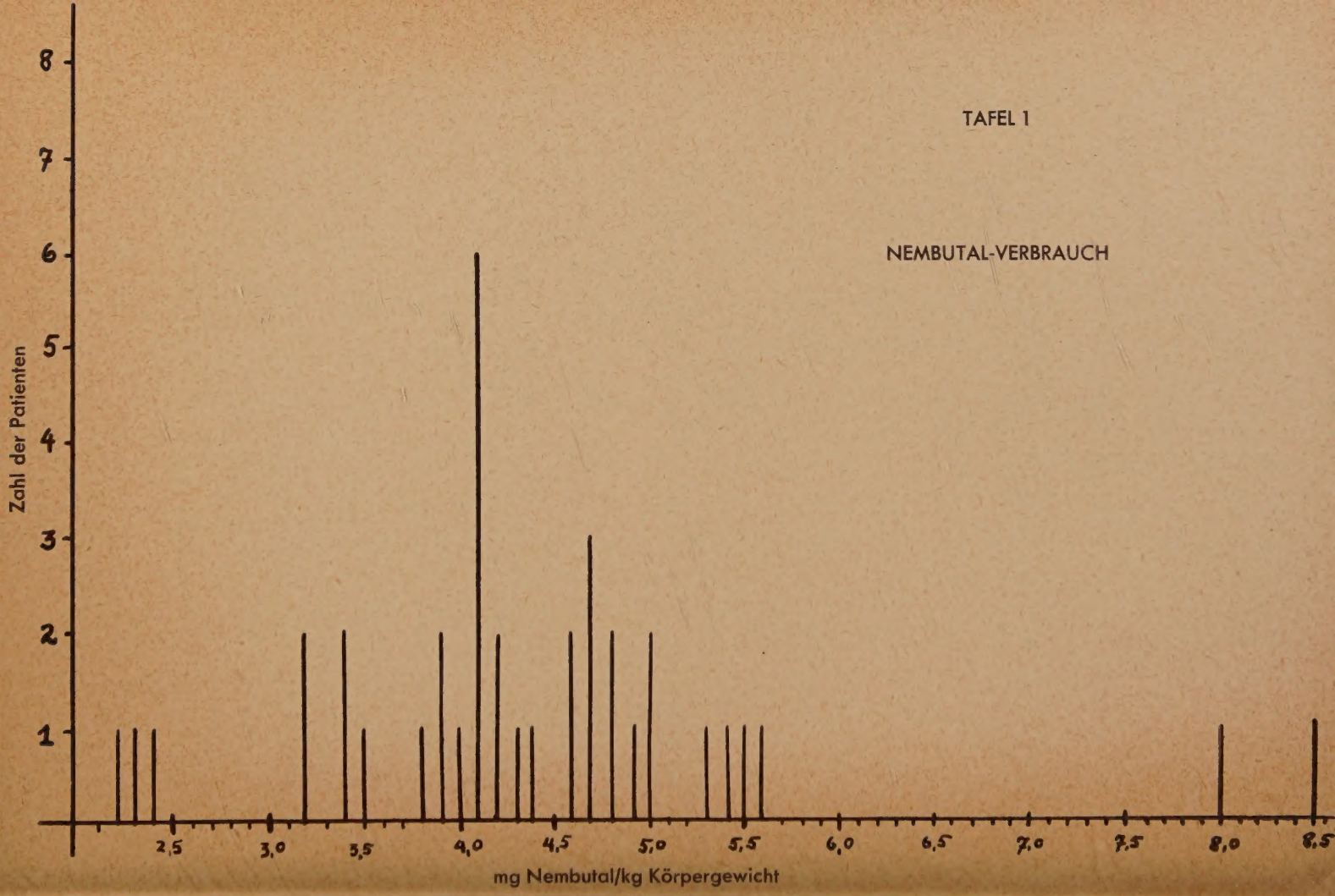
3. Die durchschnittliche Dosis von Nembutal, die wir brauchten, um unsere Patienten in einen Schlafzustand zu bringen, war 253,6 mg an 38 verschiedenen Patienten. Die geringste schlaferzeugende Dosis in unserer Serie war 150 mg, die grösste 400 mg. Pro Kilogramm Körpergewicht bedeutet das durchschnittlich 4,4 mg Nembutal (s. Tafel 1). Es ist jedoch bemerkenswert, dass die Patienten, je aufgeregter sie waren, um so mehr Nembutal brauchten (pro Kilogramm Körpergewicht). So brauchten die Patienten Nr. 8, 10, 17, 20, 21 und 46 mehr als 5,0 mg/kg, und diese waren auch die aufgeregtesten Patienten.

4. Wir bemerkten nach Beginn unserer Untersuchungen, dass manche Patienten schwer einschliefen und dass andere Patienten während der Untersuchung sehr unruhig waren. Deshalb versuchten wir in 17 Fällen am Vortage *Luminal*, 0,2 g, intramuskulär (meist 2mal 0,1 g) zu injizieren. Die Vormedikation hat sich bewährt, indem nur 5 dieser Patienten irgendwelche Unruhe bei der Untersuchung aufwiesen, während die Patienten, die kein Luminal erhalten hatten, zu fast der Hälfte der Fälle Aufregungen und körperliche Unruhe aufwiesen.

5. Es zeigte sich, dass viele Patienten die intravenösen Einspritzungen von Nembutal nicht vertragen konnten und darauf mit Nausea, Brechreiz und eigentlichem Erbrechen reagierten. Das Erbrechen trat sowohl bei dem zuerst gebrauchten Nembutal wie bei dem Veterinary-Nembutal auf. Auf Anfrage hat uns die Firma Abbott zugesichert, dass das Veterinary-Nembutal den gleichen Reinheitsgrad wie das gewöhnliche Nembutal aufweist. Wir versuchten diese unangenehme Nebenreaktion durch intravenöse Einspritzung von 2 cm^3 *Bepanthen* (Roche), sofort nach der SGU-Bestimmung, zu vermeiden. Diese Methode hat sich bewährt, indem nur 1 von den 16 mit Bepanthen behandelten Patienten (7 %) Brechreiz oder Erbrechen aufwiesen, im Vergleich zu 12 von 22 ohne Bepanthen behandelten Fällen (55 %).

TAFEL 1

NEMBUTAL-VERBRAUCH



6. Für jede Versuchsperson hatten wir eine Spritze mit *Coramin* bereit für den Fall, dass der Schlaf zu tief sei und das Erwachen verzögert würde. Wir brauchten dieses Mittel nur 1mal, bei einer Patientin (Nr. 23, I. K.), die 15 Minuten nach Ende der Untersuchung noch nicht erwacht war. Kurz nach der intramuskulären Coramininjektion wachte die Patientin auf und zeigte keinerlei unangenehme Folgen der Untersuchung.

7. Eine weitere Massnahme, die sich als sehr zweckmässig erwiesen hat, ist die Bereitstellung einer Saugpumpe im Untersuchungszimmer. In mehreren Fällen haben Patienten während der Nembutal-Einspritzung Hustenanfälle gehabt, die auf vermehrte Schleimsekretion und -retention zurückzuführen waren. In diesen Fällen haben wir mit einer gewöhnlichen Handsaugpumpe das Sekret im hinteren Rachenraum abgesaugt und konnten dann unsere Untersuchungen weiterführen.

In dem einen Fall von Laryngospasmus, der bei der Untersuchung als Folge einer vorherigen Bronchoskopie auftrat (Nr. 25, A. K.), hat sich diese Pumpe auch sehr bewährt, weshalb wir der Meinung sind, dass eine solche Saugvorrichtung zur Hand sein sollte.

Wahl der Patienten

Für unsere Untersuchungen benutzten wir 48 Patienten der II. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals in Basel. Unter ihnen waren 37 Frauen und 11 Männer mit folgender Altersverteilung:

Altersgruppe	Frauen	Männer
10—20 Jahre	2	1
21—30 »	11	4
31—40 »	3	2
41—50 »	10	1
51—60 »	5	2
61—70 »	5	1
71—80 »	1	0
	37	11

Während 7 unserer Patienten pathologische Veränderungen der Gl. thyreoidea aufwiesen (4 Hyperthyreosen, 2 Strumas, davon 1 Struma maligna permagna und 1 Myxödem), konnten wir an allen übrigen Patienten gewisse klinische Zeichen der Hyperfunktion der Schilddrüse nachweisen (Tachykardie, er-

Übersichtstabelle der Versuche

Nr.	Name	Alter	Geschlecht	Gewicht (kg)	Grösse (cm)	Verbrauchter O_2*	Ausgeatmete CO_2*	R. Q. (CO_2/O_2)	G. U. Messwert cal.	G. U. Sollwert cal.	G. U. Abweichung in %	% Unterschied zw. G.U. u. S.G.U.	Nembutal (mg)	Klinische Diagnose	Nr.
1	E. M.	38	W	60.6	165	212	166	078	1482	1363	+ 9			chronische Tonsillitis	1
						198	124	062	1340	1363	— 2 §	— 11	250		
2	M. S.	54	W	60.9	169	241	206	085	1709	1297	+ 32			Lungentuberkulose	2
						200	104	052	1328	1297	+ 2	— 30	250		
3	I. H.	21	W	63.0	168	247	174	070	1699	1471	+ 15			Cystitis	3
						215	161	075	1494	1471	+ 2	— 13	300		
4	A. V.	47	W	48.6	166	214	163	076	1489	1207	+ 23			Gastritis	4
						202	117	058	1357	1207	+ 12	— 11	200		
5	E. S.	23	W	51.7	160	Unverwertbar								vegetative Dystonie	5
6	T. M.	25	M	69.0	183	284	256	090	2031	1762	+ 16			Ventrikelseptumdefekt	6
						273	136	050	1805	1762	+ 2	— 14	325		
7	A. W.	47	W	55.9	162	204	161	079	1430	1270	+ 13			Neuritis brachialis	7
						187	119	064	1272	1270	± 0	— 13	275		
8	A. N.	48	W	50.0	160	204	182	089	1457	1204	+ 21			vegetative Dystonie	8
						188	134	071	1297	1204	+ 8	— 13	400		
9	M. N.	59	W	73.9	153	225	169	075	1564	1369	+ 14			Cholecystopathie	9
						211	118	056	1412	1369	+ 3	— 11	300		
10	G. K.	21	W	62.3	155	227	196	086	1612	1440	+ 12			Enteritis Gärtner	10
						202	116	057	1353	1440	— 6	— 18	350		
11	M. O.	69	W	62.2	159	251	171	068	1722	1257	+ 37			dekompensiertes Hypertonieherz	11
						244	131	050	1613	1257	+ 28	— 9	150		
12	H. C.	17	M	46.5	176	188	133	071	1297	1549	— 16			Schizophrenia simplex	12
						163	109	067	1115	1549	— 28	— 12	150		

Legende: * = O_2 und CO_2 reduziert auf 0° C und 760 mm Hg.
§ = an jedem Patienten ist die zweite Bestimmung der Schlafgrundumsatz

Übersichtstabelle der Versuche

Nr.	Name	Alter	Geschlecht	Gewicht (kg)	Grösse (cm)	Verbrauchter O_2*	Ausgeatmete CO_2*	R. Q. (CO_2/O_2)	G. U. Messwert cal.	G. U. Sollwert cal.	G. U. Abweichung in %	% Unterschied zw. G.U. u. S.G.U	Nembutal (mg)	Klinische Diagnose	Nr.
13	E. S.	51	M	65.5	174	256	192	075	1779	1493	+ 19			essentielle Hypertonie	13
						257	106	041	1668	1493	+ 12	— 7	300		
14	R. B.	23	W	54.4	159	214	161	075	1487	1362	+ 9			rezidivierende Cholecystitis	14
						211	128	061	1426	1362	+ 5	— 4	210		
15	H. M.	43	M	72.5	175	264	194	073	1827	1648	+ 11			neurovegetative Dystonie	15
						213	097	046	1395	1648	— 15	— 26	360		
16	E. K.	58	M	54.9	158	Patient verträgt Nembutal nicht								chronische Bronchitis	16
17	G. V.	28	M	68.4	174	290	206	071	2001	1688	+ 19			vegetative Dystonie	17
						276	188	068	1893	1688	+ 6	— 13	360		
18	E. A.	49	W	66.2	161	Unverwertbar								vas. Beschwerden	18
19	J. W.	32	W	62.4	173	Unverwertbar								Neurose	19
20	B. H.	48	W	49.0	161	225	303	126	1719	1197	+ 44			Cystopyelonephritis	20
						216	183	085	1531	1197	+ 28	— 16	270		
21	J. D.	52	W	44.8	157	253	195	077	1766	1131	+ 56			Hyperthyreose	21
						228	127	056	1522	1131	+ 35	— 21	240		
22	B. T.	40	M	87.2	183	Unverwertbar								funkt. Herzbeschwerden	22
23	I. K.	57	W	61.7	151	184	144	079	1290	1258	+ 3			larvierte Tetanie	23
						178	078	044	1160	1258	— 8	— 11	210		
24	W. H.	29	W	67.8	165	215	202	094	1550	1473	+ 5			abklingende Infektion	24
						205	124	061	1386	1473	— 6	— 11	300		
25	A. K.	68	W	54.4	167	Laryngospasmus								Hyperthyreose	25
26	F. S.	70	W	35.4	155	209	143	068	1434	0953	+ 50			Struma maligna permagna	26
						192	117	061	1298	0953	+ 36	— 14	150		
27	W. S.	34	W	45.0	153	191	234	118	1438	1209	+ 19			Gastritis	27
						192	125	065	1309	1209	+ 8	— 11	210		
28	K. W.	65	M	56.0	163	Hustenreiz ohne Auswurf								Struma	28
29	G. H.	51	W	61.0	149	255	214	084	1803	1275	+ 41			essentielle Hypertonie	29
						218	140	064	1482	1275	+ 16	— 25	240		

30	H. Z.	66	W	59.5	152	Hustenreiz								Herzdekompensation 30
31	A. G.	63	W	78.4	167	223	178	080	1565	1419	+ 10			Struma; Angina pectoris 31
						208	119	057	1394	1419	— 2	— 12	180	
32	E. B.	26	W	55.0	155	Unruhige Pt., Schlaf unmöglich								Follikulitis 32
33	E. F.	23	W	58.7	172	215	164	076	1496	1427	+ 5			chronische Tonsillitis 33
						220	123	056	1472	1427	+ 3	— 2	270	
34	B. S.	22	M	78.7	181	329	254	077	2296	1906	+ 20			Pneumonie 34
						302	196	065	2060	1906	+ 8	— 12	300	
35	A. We.	79	W	43.6	158	221	185	084	1562	0992	+ 57			vegetative Dystonie 35
						205	180	088	1462	1006	+ 45	— 12	150	
36	H. L.	21	M	69.3	178	303	219	072	2094	1768	+ 18			Pleuritis sicca 36
						269	149	056	1797	1768	+ 2	— 16	150	
37	S. S.	43	W	59.8	164	200	144	072	1382	1329	+ 4			Ischias? 37
						177	110	062	1198	1329	— 10	— 14	210	
38	R. B.	23	W	59.8	170	206	177	086	1463	1434	+ 2			essentielle Hypertonie 38
						186	114	061	1257	1434	— 12	— 14	240	
39	M. E.	20	W	65.5	161	209	174	083	1476	1484	+ 1			Pleuritis exsudativa 39
						196	115	059	1319	1484	— 11	— 12	270	
40	R. Br.	50	W	66.6	151	271	167	062	1835	1338	+ 37			Nephrosklerose 40
						213	128	060	1436	1338	+ 7	— 30	270	
41	R. E.	45	W	57.6	165	236	138	059	1588	1301	+ 22			Hyperthyreose 41
						223	081	036	1432	1301	+ 10	— 12	270	
42	M. G.	15	W	48.4	162	206	154	075	1432	1382	+ 4			Kopfschmerzen bei Hypermetropie 42
						200	147	073	1384	1382	± 0	— 4	210	
43	A. A.	28	W	50.3	152	187	137	073	1294	1286	+ 1			Hepatitis epidemica 43
						173	099	057	1159	1286	— 10	— 11	210	
44	E. C.	34	M	62.4	175	281	214	076	1956	1571	+ 25			Staph. Sepsis nach Angina 44
						236	161	068	1619	1571	+ 3	— 22	300	
45	R. S.	43	W	55.9	162	138	116	085	0976	1282	— 24			Myxoedem 45
						142	092	065	0968	1282	— 24	± 0	180	
46	M. M.	29	W	45.7	155	320	249	078	2237	1243	+ 80			Hyperthyreose 46
						298	189	063	2020	1243	+ 63	— 17	390	
47	L. I.	28	W	44.0	155	Pt. zu ängstlich; schläft nicht								vegetative Neurose 47
48	C. R.	42	W	48.6	152	214	166	078	1496	1205	+ 24			vegetative Dystonie 48
						177	102	057	1186	1205	— 2	— 26	240	

Legende: * = O_2 und CO_2 reduziert auf 0° C und 760 mm Hg.

höhte Reflexe, feuchte Extremitäten, Tremor, Lidflattern und Hitzegefühl). Ausserdem waren sämtliche Patienten auch durch ihren labilen Nervenzustand gekennzeichnet, der sich in Nervosität und Aengstlichkeit äusserte. Bei 7 dieser Patienten hatte die vegetative Dystonie zur Spitaleinweisung geführt. Die anderen 34 Patienten wiesen verschiedene Leiden auf, die Anlass zum Spitalaufenthalt gewesen waren. (Für genauere Diagnosen siehe Uebersichtstabelle.)

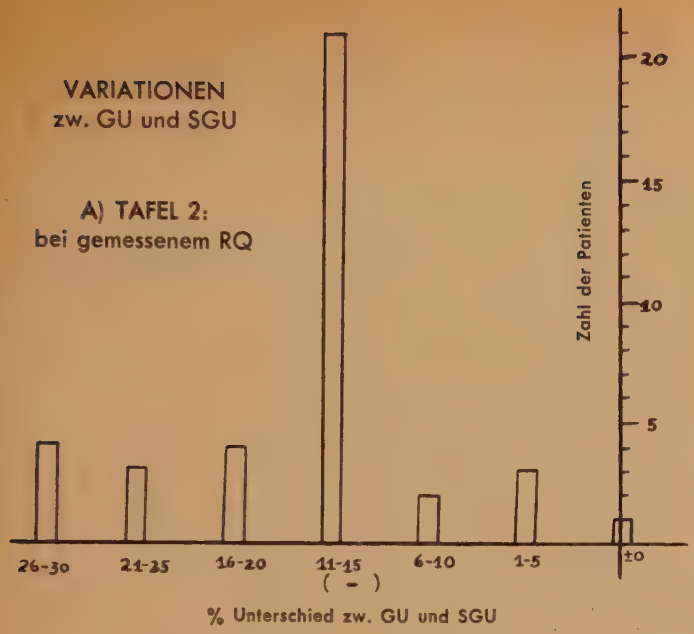
Wie oben erwähnt, konnten von den 48 Patienten nur 38 vollständig verwertet werden. Unsere Resultate beschränken sich auf 3 Hyperthyreosen, 1 Myxödem, 5 vegetative Dystonien und 29 Patienten mit verschiedenen Diagnosen, die aber auch alle als Nebenbefund eine mehr oder weniger ausgesprochen vegetative Dystonie aufwiesen. Bei der Auswahl der Patienten für die Schlafgrundumsatzbestimmung gingen wir davon aus, möglichst viele Patienten zu untersuchen, die klinisch einer Hyperthyreose recht ähnlich waren.

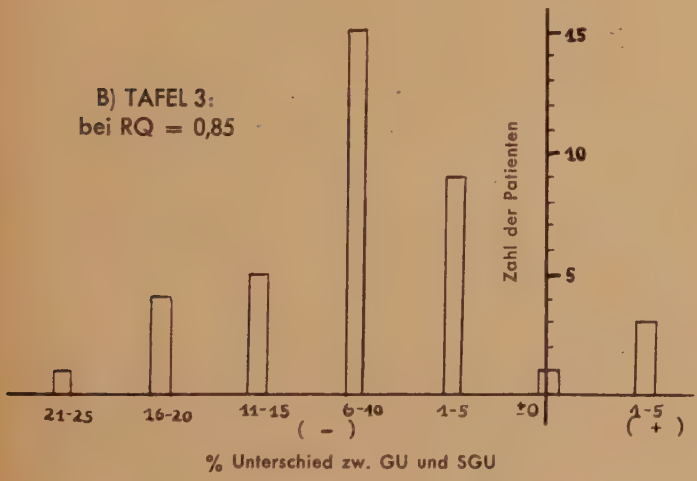
Die übliche Grundumsatzbestimmung ergab folgendes: der Durchschnittswert aller 38 Bestimmungen war + 19,4 %. Die Patienten mit der Diagnose Hyperthyreose hatten einen durchschnittlichen Wert von + 52,7 %, die Patientin mit dem Myxödem — 24,0%, die 5 Patienten mit der Einweisungsdiagnose vegetativer Dystonie + 26,4 % und alle anderen Patienten + 16,2 %.

Resultate (siehe Uebersichtstabelle)

Unsere Untersuchungen ergeben in Uebereinstimmung mit anderen Autoren, dass der im induzierten Schlaf bestimmte « Grundumsatz » geringer ist als der auf übliche Weise gemessene Grundumsatz. Nach *Best* und *Taylor, Duncan* und anderen Autoren soll der GU im « Schlaf » eine 10- bis 13 %ige Erniedrigung aufweisen. Der Durchschnitt der von uns gemessenen Grundumsatzwerte betrug +19,4 %, derjenige des Schlafgrundumsatzes hingegen + 5,4 %, was einer Verminderung des SGU gegenüber dem GU von 14 % (± 0 bis — 30 %) entspricht (siehe Tafel 2).

Unter den 38 vollständig ausgewerteten Untersuchungen ist bei einer Patientin (Nr. 45, R. S.) keine Grundumsatzverminderung während des Schlafes aufgetreten, was wohl als Ausdruck des ohnehin verminderten Stoffwechsels dieser Patientin


VARIATIONEN
zw. GU und SGU
A) TAFEL 2:
bei gemessenem RQ
Zahl der Patienten
20
15
10
5
26-30
21-25
16-20
11-15
(-)
6-10
1-5
±0
% Unterschied zw. GU und SGU


B) TAFEL 3:
bei RQ = 0,85
Zahl der Patienten
15
10
5
21-25
16-20
11-15
(-)
6-10
1-5
±0
1-5
(+)
% Unterschied zw. GU und SGU

aufzufassen ist, da sie an einer Hypothyreose erkrankt war, mit den typisch klinischen Symptomen des Myxödems. Die übrigen 37 Patienten zeigten einen während des Schlafes mehr oder weniger stark verminderten Grundumsatz. Aus Tafel 2 ist ersichtlich, dass diese Herabsetzung bei mehr als der Hälfte, nämlich bei 21 Versuchspersonen, zwischen 11—15 % ausmachte, was wohl der Stoffwechselerniedrigung im physiologischen Schlaf entsprechen dürfte. In 5 Fällen betrug die Grudumsatzerniedrigung 10 % oder weniger, in 11 Fällen 16 % oder mehr.

Eine Gruppierung der Patienten auf Grund der Diagnose zeigt, dass die Hyperthyreosen (Nr. 21, 41, 46) eine durchschnittliche Verminderung von 16,9 % aufweisen, die vegetativen Dystonien (Nr. 8, 15, 17, 35, 48) von 18,0 % und dass die aus den 5 Patienten mit der Hauptdiagnose vegetative Dystonie und 6 weiteren Patienten mit anderweitigen Hauptdiagnosen, aber ausgesprochener vegetativer Stigmatisation gebildete Gruppe (Nr. 2, 3, 7, 8, 10, 15, 17, 20, 29, 35, 48) eine Herabsetzung von 18,6 % ergeben. Die anderen 23 Patienten wiesen eine Verminderung von 12 % auf.

Wir beobachteten an unseren Versuchen, dass der respiratorische Quotient beim Schlafgrundumsatz viel niedriger war als bei der üblichen Grundumsatzbestimmung, obwohl nur eine kurze Zeit zwischen den beiden Versuchen verstrich und keine Nahrung in der Zwischenzeit aufgenommen wurde. Dass es kein Zufallsbefund war, beweist die Tatsache, dass von 38 vollständig ausgewerteten Untersuchungen 36 eine Verminderung und nur 2 eine Erhöhung des respiratorischen Quotienten zeigten. Der durchschnittliche RQ des Ruhegrundumsatzes betrug 0,77, derjenige im Schlafgrundumsatz 0,60. Diese Verminderung ist zurückzuführen auf eine Kohlensäureretention. In jedem der 38 Fälle ist die ausgeatmete Kohlensäuremenge (reduziert auf 0° C und 760 mm Hg) wesentlich geringer während des SGU als während des GU. Die durchschnittlich ausgeatmete Kohlensäuremenge während des GU war 184 cm^3 und während des SGU 128 cm^3, also — 30 %. Es entspricht dies einer Differenz von 56 cm^3 CO_2, die im Durchschnitt während des 10-Minuten-Versuches im Vergleich zur entsprechenden Bestimmung im wachen Zustand retiniert wurden. Da die verbrauchte Sauerstoffmenge im SGU durchschnittlich nur um 19 cm^3 geringer war als im GU (GU: 232 cm^3; SGU : 213 cm^3),

ist die starke Erniedrigung des respiratorischen Quotienten ganz wesentlich auf eine Kohlensäureretention zurückzuführen.

Der normale respiratorische Quotient des Menschen, d. h. das Verhältnis zwischen ausgeatmeter Kohlensäure und aufgenommener Sauerstoffmenge ($RQ = CO_2 O_2$), liegt bei gewöhnlicher Nahrungsaufnahme zwischen 0,82 und 0,85. Jede Kohlensäureretention muss eine Verminderung des RQ zur Folge haben. Vermehrte O_2-Aufnahme würde dasselbe erzeugen. Im Schlaf ist die Sauerstoffaufnahme wegen verminderter Körperaktivität geringer, und bei entsprechender Abnahme der Kohlensäureausscheidung sollte der RQ den gleichen Wert wie im Wachzustand behalten.

Es ist bekannt, dass die Barbiturate eine depressive Wirkung auf das respiratorische Zentrum der Medulla oblongata haben, und daher möglich, dass die zugeführte Nembutal-Menge eine CO_2-Retention erzeugt hat, sei es, dass die Diffusion aus den Lungenkapillaren in die Alveolen geringer war oder dass der Totraum bei der Atmung im Nembutalschlaf zugenommen hat. Dass dies die Hauptursache ist, erhellt aus den kleineren Atemausschlägen auf den registrierten Kurven während des Schlafes.

Da die Berechnung der prozentualen Abweichungen zwischen GU und SGU durch diesen verminderten RQ stark beeinflusst wird und nicht die eigentliche Kalorienabnahme des physisch und psychisch ruhenden Patienten widerspiegelt, haben wir alle Resultate umgerechnet, indem wir einen respiratorischen Quotienten von 0,85 annahmen. Die so gewonnenen Messwerte von GU und SGU wurden miteinander verglichen (siehe Tabelle II). Der prozentuale Unterschied zwischen diesen beiden Zahlen ergab eine durchschnittliche Verminderung von 7,8 % mit einer starken Schwankung zwischen + 3 % und — 21 %. Immerhin ist aus der Tabelle II zu sehen, dass 34 (oder 90 %) der Patienten unter Nembutal den niedrigeren Energieumsatz hatten. In 3 Fällen ist eine geringe Erhöhung des SGU gegenüber dem normalen GU aufgetreten, und in einem Fall hat er sich nicht geändert. Diese letzten 4 Fälle (Nr. 27, 33, 45 und 13) sind erklärbar, indem diese Patienten trotz Nembutal und induziertem Schlaf mehr O_2 während der SGU-Bestimmung als der GU-Messung verbrauchten. An Hand eines Beispieles können wir das besser verständlich machen: Fall Nr. 33, E. F., wo die Abweichung zwischen normalem und

Tabelle II

Nr.	Name	Verbrauchter O_2 reduziert auf O° C u. 760 mm Hg	GU Messwert bezogen auf RQ = 0,85	% Abweichung zwischen GU und SGU
1	E. M.	212	1503	
		198	1404*	— 7
2	M. S.	241	1709	
		200	1418	— 17
3	I. H.	247	1751	
		215	1525	— 13
4	A. V.	214	1517	
		202	1432	— 6
5	E. S.	Unverwertbar		
6	T. M.	284	2014	
		273	1936	— 4
7	A. W.	204	1446	
		187	1326	— 8
8	A. N.	204	1446	
		188	1333	— 8
9	M. N.	225	1595	
		211	1496	— 6
10	G. K.	227	1609	
		202	1432	— 10
11	M. O.	251	1780	
		244	1730	— 3
12	H. C.	188	1333	
		163	1156	— 13
13	E. S.	256	1815	
		257	1822	± 0
14	R. B.	214	1517	
		211	1496	— 1
15	H. M.	264	1872	
		213	1510	— 19
16	E. K.	Kein SGU möglich		
17	G. V.	290	2056	
		276	1957	— 5
18	E. A.	Unverwertbar		
19	J. W.	Unverwertbar		
20	B. H.	225	1595	
		216	1531	— 4
21	J. D.	253	1794	
		228	1617	— 10
22	B. T.	Unverwertbar		
23	I. K.	184	1305	
		178	1262	— 3
24	W. H.	215	1524	
		205	1453	— 5

* = an jedem Patienten ist die zweite Bestimmung der Schlafgrundumsatz.

Tabelle II (Fortsetzung)

Nr.	Name	Verbrauchter O_2 reduziert auf 0° C u. 760 mm Hg	GU Messwert bezogen auf RQ=0,85	% Abweichung zwischen GU und SGU
25	A. K.	Laryngospasmus; kein SGU möglich		
26	F. S.	209	1482	
		192	1361	— 8
27	W. S.	191	1354	
		192	1361	+ 1
28	K. W.	Hustenreiz; kein SGU möglich		
29	G. H.	255	1808	
		218	1546	— 15
30	H. Z.	Hustenreiz; kein SGU möglich		
31	A. G.	223	1581	
		208	1475	— 7
32	E. B.	Patient unruhig; kein SGU möglich		
33	E. F.	215	1524	
		220	1560	+ 2
34	B. S.	329	2333	
		302	2141	— 8
35	A. We.	221	1453	
		205	1375	— 4
36	H. L.	303	2148	
		269	1907	— 11
37	S. S.	209	1482	
		177	1255	— 12
38	R. B.	206	1418	
		186	1319	— 10
39	M. E.	209	1574	
		196	1390	— 6
40	R. Br.	271	1936	
		213	1510	— 21
41	R. E.	236	1659	
		223	1581	— 6
42	M. G.	206	1461	
		200	1418	— 3
43	A. A.	187	1326	
		173	1227	— 8
44	E. C.	281	1992	
		236	1673	— 16
45	R. S.	138	0978	
		142	1007	+ 3
46	M. M.	320	2269	
		298	2113	— 7
47	L. I.	Patient zu ängstlich, schläft nicht		
48	C. R.	214	1517	
		177	1255	— 17

Schlafgrundumsatz, auf gewöhnliche Weise berechnet, — 2 % ergibt, aber nach Umrechnung des RQ auf 0,85 auf + 2 % steigt. Dies ist verständlich, wenn man sieht, dass während des SGU die verbrauchte Sauerstoffmenge von 215 cm^3 auf 220 cm^3 anstieg, der Kohlensäuregehalt aber von 164 cm^3 auf 123 cm^3 abnahm und der RQ damit von 0,76 auf 0,56 sank!

Eine Gruppeneinteilung der Resultate ergibt eine Verminderung des SGU gegenüber dem GU von: 7,7 % bei Hyperthyreosen, 10,6 % bei den vegetativen Dystonien und 7,6 % bei dem Rest der Patienten. Die Patientin mit dem Myxödem wies eine geringe, im Bereich der Fehlergrenze liegende Erhöhung um 3 % auf.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass sich der Sauerstoffverbrauch während des SGU um rund 8 % gegenüber dem Ruhe-GU vermindert. Ebenso konnten wir eine Herabsetzung des korrigierten Grundumsatzes (d. h. GU bezogen auf einen QR von 0,85) während des Nembutal-Schlafes um rund 8 % gegenüber dem normalen GU feststellen.

Diskussion

Das Messen des echten, basalen Energieumsatzes hat schon viele Autoren in den letzten Jahren beschäftigt. Im November 1949 publizierte *Bartels* (Lahey Clinic, Boston, USA) seine Methode für die Messung des Grundumsatzes unter Pentothal-Anästhesie. Für die Untersuchungen wurden völlig anästhesierte Patienten benutzt. *Bartels* konnte eine durchschnittliche Erniedrigung des SGU von 13 % gegenüber dem GU nachweisen. Da diese Methode jedoch die Anwesenheit eines trainierten Anästhesisten benötigt und für den Patienten unangenehme Folgen der Untersuchung bedeutet, ist sie nicht ideal. Kurz nachher berichtete *Pegni* (Siena, Italien) über die Möglichkeit der Schlafgrundumsatzmessung mittels i. v. Injektion eines Thiobarbitursäurederivates (« Farmotol »). Im Oktober 1950 veröffentlichte *Pegni* wieder eine Arbeit über seine Resultate und deren «therapeutisch-diagnostischen Wert in der Diagnose» des Hyperthyreoidismus. 1951 hat *Wallis* (Royal Naval Medical Service) einen Fall beschrieben, wo Hypnose und « Thiopentone » benutzt wurden, um einen ausserordentlich stark erhöhten Grundumsatz von + 450 % zu verifizieren. Es gelang an diesem Patienten, mit Hilfe der Hypnose den Grundumsatz

auf + 56 % herabzusetzen, während er medikamentös mit Thiopentone nur auf + 197 % sank. 1951 haben *Rapport, Curtis* und *Simcox* (Ohio State University, USA) ihre Resultate über die Bestimmung des Schlafgrundumsatzes (Somnolent Metabolic Rate) veröffentlicht. Als Schlafmittel benutzten sie « Nembutal », das sie intravenös injizierten. Diese Autoren sind der Meinung, dass « eine intelligente Interpretation des Schlafgrundumsatzes », zusammen mit Plasma-Jod-Bestimmungen und I_{131} (« tracer studies »), das verwirrende klinische Bild öfters zu klären vermag. Sie finden eine Erniedrigung des SGU gegenüber dem GU von 13 % bei Hyperthyreosen, 14 % bei Hypothyreosen und 15 % bei Euthyreosen. Im Mai 1952 erschien *Cernuschis* Arbeit über den Schlafgrundumsatz bei Kindern (Na-Pentothal, intravenös oder rektal). *Cernuschi* behauptet, dass die SGU-Bestimmung mittels intravenöser oder rektaler Verabreichung von Natrium-Pentothal bei Kindern dem wahren Grundumsatz entspricht. Seine Serie ergab eine Verminderung des SGU gegenüber dem GU von 22 %. Ferner ist er der Ansicht, dass diese Methode einfach, sicher und schmerzlos sei. Im Oktober 1952 haben *Meckstroth, Rapport, Curtis* und *Simcox* (Ohio, USA) eine zusammenfassenden Bericht über die Laboratoriumsdiagnose des « extrathyreoidealen Hypermetabolismus » veröffentlicht, bei welcher der Schlafgrundumsatz eine wichtige Rolle spielt. Diese Autoren sind der Meinung, dass die SGU-Messung besonderen Wert bei « funktionellen Störungen », wie z. B. Angstneurosen, hat, da alle muskulären und nervösen Faktoren wegfallen. 1953 erschien ein Bericht *Leonhardts* (Leoben, Oesterreich) über die « Differentialdiagnose von Schilddrüsenerkrankungen und vegetativen Störungen mit Hilfe der Grundumsatzbestimmung im Schlaf ». Da er die Untersuchung in tiefer Narkose durchführt, eignet sich seine Methode nicht als einfache klinische Untersuchungsmethode.

Keiner der Autoren, die mit der Schlafgrundumsatzbestimmung gearbeitet haben, beschrieben Schwierigkeiten während der Untersuchungen, wie Abfall des respiratorischen Quotienten oder Veränderungen des Atemrhythmus. Hingegen haben wir folgendes festgestellt:

1. Irreguläre, periodische Atmung sowohl wie eigentlicher Cheyne-Stokesscher Atemtypus sind mehrmals aufgetreten. Hustenanfälle während des Versuches sowohl wie Schnar-

chen gehören ebenfalls zu diesen Störungen, denn sie bilden eine ernsthafte Fehlerquelle.

2. Die auf Kohlensäureretention beruhende Erniedrigung des respiratorischen Quotienten erschwert eine genaue Berechnung der Verminderung des Kalorienverbrauches während der Untersuchung. Eine Umrechnung der Resultate mit einem bestimmten RQ zwischen 0,82 und 0,85 erscheint uns unerlässlich. Mit unserem Apparat haben wir die CO_2-Menge direkt gemessen und haben festgestellt, dass die Kohlensäure-Ausscheidung während des Schlafgrundumsatzes bedeutend geringer ist als im gewöhnlichen Grundumsatz. Die während der Versuche registrierten Atmungskurven zeigen im Nembutalschlaf wesentlich flachere Kurven mit geringeren Exspirationen als im Wachzustand, was die Kohlensäureretention grösstenteils erklärt. Weiterhin hat die Kohlensäureretention eine Ansäuerung des Blutes zur Folge, die den Schlafgrundumsatz beeinflusst. Deshalb wird die Einbeziehung des CO_2-Wertes als respiratorischer Quotient in der Berechnung der Kalorienproduktion den Fehler, den die Verflachung der Atemkurven ohnehin bedingt, noch verstärken.

3. Wie auf Seite 6 beschrieben ist, wurde Nembutal nicht von allen unseren Patienten vertragen. Deshalb raten wir zu einer vorsichtigen Auswahl der Patienten. Obwohl kein Autor über diese Schwierigkeit berichtet hat, stellten wir fest, dass viele Patienten über die Folgen des intravenösen Nembutals, Nausea und Erbrechen, klagten und die Untersuchung als unangenehm empfanden. Dies kann, gemäss unserer Erfahrung, durch intravenöse Injektion von Bepanthen, gleich nach der Untersuchung, vermieden werden.

4. Die Schlafgrundumsatzbestimmung ist eine Methode, die selbst bei einwandfreier Ausführung viel Zeit in Anspruch nimmt und die eine ständige Kontrolle durch den Arzt voraussetzt.

Es scheint, dass unsere Patienten, im Vergleich zu den von den amerikanischen Autoren untersuchten, eine aufgeregtere und ängstlichere Gruppe darstellten. Es ist dies dadurch erklärt, dass wir mit Absicht Patienten mit vegetativer Uebererregbarkeit für unsere Untersuchungen herangezogen haben. Es ist auch möglich, dass wegen der grösseren Verbreitung der Grundumsatzbestimmung in den Vereinigten Staaten die Patienten der amerikanischen Autoren mehr an so eine Unter-

suchung gewohnt waren. Die grosse Mehrzahl von unseren Patienten wurde bei diesen Untersuchungen zum erstenmal einer Grundumsatzuntersuchung unterzogen. Diese Tatsache könnte für die grössere Aufregung sprechen und auch unsere niedrigeren Werte in den korrigierten Resultaten (— 7,8 %) im Vergleich zu den Resultaten der amerikanischen Autoren (— 14 %) erklären obwohl unsere Patienten mehr Nembutal benötigten als andere.

Rapport, Curtis und *Simcox* brauchten durchschnittlich 212 mg Nembutal pro Patient, wir aber 253,6 mg (4,4 mg pro Kilogramm Körpergewicht) pro Patient. Diese höhere Nembutal-Dosierung mag auch eine vermehrte Kohlensäureretention zur Folge gehabt haben, wegen stärkerer depressiver Wirkung auf die Medulla oblongata.

Am Anfang dieser Arbeit stellten wir uns die Frage, ob die Schlafgrundumsatzmessung sich als Laboratoriumsuntersuchung für die Beurteilung der Schilddrüsenfunktion eigne. Wir haben gefunden, dass diese Methode vom Patienten als eher unangenehm empfunden wird und dass ihre Ausführung ziemlich zeitraubend ist. Ausserdem konnten wir feststellen, dass die Abnahme der Kalorienproduktion im Schlaf bei Patienten mit Hyperthyreose und denen mit vegetativer Dystonie praktisch dieselbe ist. Diese Tatsache erlaubt es nicht, auf Grund der Schlafgrundumsatzmessung eine Differentialdiagnose zwischen diesen beiden Zuständen zu stellen. Deshalb sind wir der Meinung, dass sich die Schlafgrundumsatzmessung nicht als klinische Methode eignet und besonderen wissenschaftlichen Problemen vorbehalten werden sollte.

Zusammenfassung

1. Die Resultate dieser Arbeit ergeben, dass der Schlafgrundumsatz, d. h. der Grundumsatz gemessen nach intravenöser Injektion von Nembutal, eine Erniedrigung von im Durchschnitt 14 % gegenüber dem normalen Grundumsatz aufweist, wenn man die Kohlensäureausscheidung und den daraus berechneten respiratorischen Quotienten (wie mit der Apparatur von *Knipping,* die in dieser Arbeit verwendet wurde) berücksichtigt.

2. Wenn man hingegen die durch Kohlensäureretention bedingte Herabsetzung des respiratorischen Quotienten aus-

schaltet und einen RQ von 0,85 für beide zu vergleichenden Bestimmungen annimmt, beträgt die Differenz zwischen Schlafgrundumsatz und Grundumsatz im Wachzustand nur 7,8 %.

3. Obwohl wir unsere Versuche auf die früheren Arbeiten von *Rapport, Curtis* und *Simcox* gestützt haben, wurden folgende Aenderungen vorgenommen:

a) Prämedikation mit Luminal 0,2 g am Vortage.

b) Injektion von Nembutal in 30-mg-Dosen in genauen Abständen von 1 Minute bis zum Erreichen des Einschlafens.

c) Bepanthen, 2 cm^3 intravenös, zur Beseitigung von Nausea und Erbrechen sofort nach der Untersuchung.

4. Die durchschnittlich benötigte Nembutal-Dosis war in unseren Versuchen 253,6 mg pro Patient (4,4 mg/kg Körpergewicht).

5. Nach unseren Resultaten ist eine Differenzierung zwischen vegetativer Dystonie und Hyperthyreose auf Grund einer Schlafgrundumsatzmessung nicht möglich.

6. Die verschiedenen Resultate sind in tabellarischer Form dargestellt.

Literatur

Bartels E. C.: Basel metabolism testing under Pentothal anesthesia, J. Clin. Endocr., vol. 9, Nov. 1949.

Best C. H. and *Taylor N. B.:* The Physiological Basis of Medical Practice, 4th ed., Williams & Wilkins, 1945.

Bethe: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. V, Julius Springer, 1928.

du Cailar J.: Influence du métabolisme de base sur la respiration au cours d'anesthésie générale en circuit fermé. Anesthésie et Analgésie, vol. 8, 1951.

Cernuschi G.: Determinazione del Metabolismo basale nei bambini durante il sonno da Tio-barbiturici. La Clinica Pediatrica, maggio 1952.

Dargatz A.: Die klinische Gasstoffwechseluntersuchung, Bd. I, Hamburg, 4. Auflage.

Dodds A. E.: Respiratory depression following induction of anesthesia with Thiopental-Sodium. J. of Oral Surg., vol. *10*, No. 1, Jan. 1952.

Duncan G. G.: Diseases of Metabolism in Health and Disease. 2. ed., W. B. Saunders Co., 1947.

Evans C. L.: Principles of Human Physiology. J. and A. Churchill, Ltd., 1949.

Knipping H. W.: Ein einfacher Apparat zur exakten Gasstoffwechseluntersuchung in der Klinik und ärztlichen Praxis. Münch. med. Wschr., 553, 25. April 1924.

Kochmann M.: Handbuch der experimentellen Pharmakologie, Bd. *2*, Julius-Springer-Verlag, 1926.

Kowotz H. L.: Experimentelle Untersuchungen zu dem Problem der Schilddrüsenfunktion. Ztschr. f. d. Ges. Exp. Med., Bd. *34*, 457—487.

Leonhardt H. K.: Die Differentialdiagnose von Schilddrüsenerkrankungen und vegetativen Störungen mit Hilfe der Grundumsatzbestimmung im Schlaf. Münch. med. Wschr., Nr. *10*, 95. Jahrg., 1953.

Ludwig H.: Ueber die Abweichung der Kalorienproduktion bei Schweizer Männern von den Sollwerten nach Harris und Benedict. Helv. med. Acta, vol. *12*, Fasc. 4/5, 1945.

Meckstroth C. V., Rapport R. L., Curtis G. M. and *Simcox S. J.:* The laboratory diagnosis of extrathyroidal hypermetabolism. J. clin. Endocr. and Met., vol. *12*, Oct. 1952.

Pegni U.: Sulla possibilità del impiego dei barbiturici per via endovenosa nello studio del metabolismo di base. Rivista di Patologia e Clinica, vol. *IV*, No. 12, Dec. 1949.

Pegni U.: Sul comportamento del M. B. durante la narcosi da tiobarbiturici. Atti Accad. Fisiocritici Siena, vol. *17*, No. 2, 1949.

Pegni U.: Le variazioni del metabolismo di base da narcosi con tiobarbiturici quale indici diagnostico-terapeutico degli ipertiroidismi. Relazioni clinico-scientifiche, Edizione Ganassini, Milano, 25 ott. 1950.

Pfizer Spectrum: in the Journ. of the Amer. Med. Assoc., Aug. 1953.

Rapport R. L., Curtis G. M. and *Simcox S. J.:* The Somnolent Metabolic Rate (SMR) as an aid to the differential diagnosis of thyroid dysfunction. J. clin. Endocr., vol. *11*, 1951.

Rapport R. L. and *Curtis G. M.:* The clinical significance of the blood iodine — a review. J. of clin. Endocr., vol. *10*, 1950.

Rein H.: Einführung in die Physiologie des Menschen. 10. Auflage. Springer-Verlag, 1949.

Richardson H. B.: The Respiratory Quotient. Physiol. Rev., vol. *9*, 1929.

Rossier P. H.: Der Grundumsatz und seine Bedeutung. Präsidialansprache der Schweiz. Ges. f. inn. Med., 19. Jahresversammlung vom 1. bis 3. Juni 1951, in Chur. Helv. med. Acta, vol. *18*, Okt. 1951.

Salter W.: A Textbook of Pharmacology. W. B. Saunders Co., 1952.

Sodeman W. A.: Pathologic Physiology: Mechanisms of Disease. W. B. Saunders Co., 1950.

Soffer L. J.: Diseases of the Endocrine Glands. Lea & Febiger, 1951.

Wallis G. G.: Metabolic rate, hypnosis and thiopentone. J. of the Roy. Nav. Med. Serv., *37*, 48-50, 1951.

Es ist mir eine sehr angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. *H. Ludwig,* Chefarzt der II. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals Basel, sowohl für die Ueberlassung des Themas wie für seine liebenswürdigen Ratschläge und Leitung meinen besten Dank auszusprechen.

Ebenso möchte ich Herrn Dr. med. *G. Ortelli* und Frl. *Schelker* für deren freundliche Mitarbeit und Hilfe, ohne die diese Arbeit nicht hätte durchgeführt werden können, bestens danken.